

## 明 細 書

### アンテナ構造およびそれを備えた通信機

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、複数の互いに異なる周波数帯での無線通信が可能なアンテナ構造およびそれを備えた通信機に関するものである。

#### 背景技術

- [0002] 図11aには、複数の互いに異なる周波数帯での無線通信が可能なアンテナ構造の一例が模式的に示されている。このアンテナ構造1は、給電放射電極2と、無給電放射電極3とを有して構成されている。給電放射電極2は $\lambda/4$ タイプの放射電極と成しており、当該給電放射電極2は例えば導体板により構成されている。この給電放射電極2には、コ字形状部分を1つ有する折れ曲がり形状のスリット4が電極端縁から切り込み形成されている。そのスリット4によって分離されたスリット両側部側の給電放射電極端縁部分の一方側Qは給電端部と成し、他方側Kは開放端部と成している。また、給電端部Qに接続している電極端縁部分はグランド接地用のショート部Gqとなっている。スリット4の形成によって、給電放射電極2は、給電端部Qから開放端部Kに向かう経路の途中にUターン部Tを備えた折り返し形状と成っている。
- [0003] 無給電放射電極3も導体板により構成されており、この無給電放射電極3にもコ字形状部分を1つ有する折れ曲がり形状のスリット5が電極端縁から切り込み形成されている。そのスリット5によって分離された無給電放射電極端縁部分の一方側Gmはグランド接地用のショート部と成し、他方側の無給電放射電極端縁部分6は開放端部と成している。無給電放射電極3は、ショート部Gmが給電放射電極2のショート部Gqと間隔を介して隣り合うようにして、給電放射電極2と間隔を介して隣接配置されている。
- [0004] 例えば、図11bのリターンロス特性に示されるように、主として給電放射電極2により動作する共振の基本共振周波数F1は、主として給電放射電極2と、それと電磁結合している無給電放射電極3により動作する共振の基本共振周波数f1近傍の周波数となっており、周波数F1, f1は複共振状態を作り出す構成となっている。また、主として

給電放射電極2により動作する共振の高次共振周波数 $F_2$ は、主として給電放射電極2と、それと電磁結合している無給電放射電極3により動作する共振の高次共振周波数 $f_2$ 近傍の周波数となっており、周波数 $F_2$ 、 $f_2$ も、また、複共振状態を作り出す構成となっている。

[0005] 図11aに示されるアンテナ構造1では、主として給電放射電極2により動作する共振の基本共振周波数 $F_1$ に基づいた基本共振周波数帯と、高次共振周波数 $F_2$ に基づいた高次共振周波数帯と、主として給電放射電極2とそれと電磁結合している無給電放射電極3により動作する共振の基本共振周波数 $f_1$ に基づいた基本共振周波数帯と、高次共振周波数 $f_2$ に基づいた高次共振周波数帯との4つの共振周波数帯での無線通信が可能となっている。

[0006] このようなアンテナ構造1は、例えば無線通信機の回路基板に搭載されることにより、給電放射電極2と無給電放射電極3の各ショート部 $G_q$ 、 $G_m$ が、それぞれ、その回路基板のグランド部に接地され、また、給電放射電極2の給電端部 $Q$ が、例えば無線通信機の無線通信用の高周波回路8に接続される。

[0007] 例えば、図11aに示されるアンテナ構造1では、無線通信機の高周波回路8から給電放射電極2の給電端部 $Q$ に送信用の信号が供給されると、この信号供給によって給電放射電極2が共振すると共に、電磁結合によって無給電放射電極3にも信号が供給されて無給電放射電極3も共振して、給電放射電極2および無給電放射電極3の共振動作(アンテナ動作)によって信号が無線送信される。また、外部から信号(電波)が到来して給電放射電極2と無給電放射電極3が共振して(アンテナ動作して)信号を受信すると、その受信信号は、給電放射電極2の給電端部 $Q$ から高周波回路8に伝達される。

[0008] 特許文献1:特開平10-93332号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] ところで、図11aの構成では、給電放射電極2にはスリット4が形成されている。このスリット4の形成部分には静電容量が生じ、この静電容量( $C$ )と、給電放射電極2が持つインダクタンス成分( $L$ )とによって、LC共振回路が構成される。このLC共振回

路は、給電放射電極2の共振周波数に大きく関与するものであることから、スリット4の形成位置やスリット長やスリット幅を可変してスリット4の形成部分の静電容量の大きさや、給電放射電極2のインダクタンス成分の大きさを可変することによって、給電放射電極2の共振周波数 $F_1$ ,  $F_2$ を可変制御することができる。

[0010] しかしながら、例えば、給電放射電極2の高次共振周波数 $F_2$ を下げようとして、スリット4のスリット長を長くすると、給電放射電極2の基本共振周波数 $F_1$ も下がってしまい、高次共振周波数 $F_2$ だけを要求の周波数に下げることができないという問題が発生する。つまり、給電放射電極2の基本共振周波数 $F_1$ と高次共振周波数 $F_2$ を別々に制御することが難しいという問題があった。

[0011] また、給電放射電極2の高次共振周波数 $F_2$ を大きく下げようとして、スリット4のスリット長を大幅に長くする場合には、例えば、図12に示されるように、スリット4をスパイラル状(渦巻き状)に形成することが考えられる。この場合には、給電放射電極2のインダクタンス成分が大きくなり過ぎて給電放射電極2における信号ロスが大きくなって電波(電界)放射が抑制されてしまう。また、給電放射電極2の各所から放射される電界同士が打ち消し合うという現象が生じる。スリット4をスパイラル状にすると、そのようなことにより、アンテナ構造1(給電放射電極2)のアンテナ利得が低下するという事態が発生する。

[0012] 本発明は、給電放射電極の基本共振周波数を殆ど変化させることなく、また、アンテナ利得の低下を防止しつつ、給電放射電極の高次共振周波数を容易に可変制御できるアンテナ構造およびそれを備えた通信機を提供することを目的としている。

#### 課題を解決するための手段

[0013] この発明のアンテナ構造は、一端側を給電端部とし他端側を開放端部として複数の共振周波数帯でアンテナ動作を行う給電放射電極と、この給電放射電極に電磁結合し複数の共振周波数帯でアンテナ動作を行う無給電放射電極とを有し、給電放射電極が持つ複数の共振周波数帯のうちの最も低い基本共振周波数帯と、それよりも高い高次共振周波数帯と、無給電放射電極における最も低い基本共振周波数帯と、それよりも高い高次共振周波数帯との少なくとも4つの共振周波数帯での無線通信が可能なアンテナ構造であって、給電放射電極には、その電極端縁から切り込み

形成された主スリットが設けられ、この主スリットにより分離された主スリット両側部側の給電放射電極端縁部分の一方側が給電端部と成し、他方側が開放端部と成しており、給電放射電極は、給電端部から主スリットを迂回しながら開放端部に向かう経路の途中にUターン部を備えた折り返し形状の放射電極と成しており、この給電放射電極には、Uターン部に接続してUターン部に静電容量を付与するオープンスタブを形成するための副スリットが主スリットとは別に設けられていることを特徴としている。また、この発明の通信機は、この発明において特有な構成を持つアンテナ構造が設けられていることを特徴としている。

### 発明の効果

- [0014] この発明によれば、給電放射電極はUターン部を有する折り返し形状の放射電極と成し、この折り返し形状の給電放射電極のUターン部には、当該Uターン部に静電容量を付与するオープンスタブが設けられている構成とした。このオープンスタブの形成によって、給電放射電極のUターン部には局所的に、オープンスタブに基づいた静電容量(C)と、給電放射電極のUターン部のインダクタンス成分(L)とによるLC共振回路(タンク回路)が形成される。
- [0015] このLC共振回路は、給電放射電極の共振周波数に関与するものであるが、給電放射電極における基本共振周波数の電流の分布と、高次共振周波数の電流の分布との差違に起因して、そのLC共振回路が給電放射電極の高次共振周波数に関与する度合いは、給電放射電極の基本共振周波数に関与する度合いよりも格段に大きい。このため、オープンスタブが持つ静電容量の大きさ(オープンスタブが給電放射電極のUターン部に付与する静電容量の大きさ)を可変することによって、給電放射電極の基本共振周波数を殆ど変化させることなく、給電放射電極の高次共振周波数を変化させることができる。
- [0016] また、給電放射電極の給電端部と開放端部との間の電流経路上の電極自体の形状を変化させて高次共振周波数を変化させるのではなく、オープンスタブが持つ静電容量の大きさを可変して高次共振周波数を変化させるので、給電放射電極の高次共振周波数帯以外の共振周波数帯の共振状態(例えば共振周波数や共振の位相やQ値など)や、インピーダンス整合状態や、給電放射電極と無給電放射電極の電

磁結合状態などの変動をほぼ抑制しながら、給電放射電極の高次共振周波数の可変制御が可能である。

[0017] さらに、この発明では、給電放射電極に副スリットを設けることでオープンスタブを形成する構成としており、給電放射電極の形状の複雑化を回避できる。また、副スリットのスリット長や切り込み位置を可変してオープンスタブの長さ(電氣的な長さ)を可変することで、容易に、オープンスタブが持つ静電容量の大きさを可変できて、給電放射電極の高次共振周波数を可変制御できる。

[0018] ところで、アンテナ構造には小型化が要求されているので、その要求に基づいて給電放射電極を小型化すると、給電放射電極の電氣的な長さ(電気長)が短くなる。このため、給電放射電極の基本共振周波数と高次共振周波数を下げることが難しくなるという問題が生じてくる。これに対して、この発明では、給電放射電極に主スリットを設けているので、その主スリットの形成部分に生じる静電容量により給電放射電極の基本共振周波数と高次共振周波数を下げることが容易となる。その上、その主スリットがコ字形状部分を1つ有する折れ曲がり形状と成している構成を備えることによって、主スリットが直線状である場合よりも、主スリットのスリット長を長くすることができるので、主スリットが持つ静電容量の大きさを大きくできるし、また、給電放射電極のインダクタンス成分を大きくできる。このことから、給電放射電極の小型化を図りながら、給電放射電極の基本共振周波数と高次共振周波数をより一層下げることが可能となる。

[0019] また、給電放射電極が、副スリットの仮想延長線を折り曲げ線として折り曲げられた形態と成している構成を備えることによって、次に示すような効果を得ることができる。例えば、給電放射電極の電極面を回路基板の基板面にほぼ平行にして給電放射電極が回路基板上に配設される場合に、副スリットの仮想延長線である折り曲げ線に従って給電放射電極のオープンスタブ部分を回路基板側に折り曲げて、当該オープンスタブ部分を例えば回路基板に垂直な向きで配置することによって、回路基板におけるアンテナ構造の占有面積を減少させることができる。つまり、アンテナ構造の小型化を図ることができる。

[0020] さらに、給電放射電極および無給電放射電極が誘電体基体に設けられている構成を備えることによって、給電放射電極および無給電放射電極は誘電体基体による波

長短縮効果によって電氣的な長さを長くすることができるので、給電放射電極および無給電放射電極が誘電体基体に設けられていない場合に比べて、要求の共振周波数を得るための給電放射電極および無給電放射電極の物理的な長さを短くすることができる。これにより、アンテナ構造の小型化を促進することができる。

[0021] 給電放射電極の給電端部側の端縁部と、それに間隔を介して隣り合う無給電放射電極の端縁部とは、それぞれ、グランド接地用のショート部と成し、隣り合う給電放射電極と無給電放射電極との対面する外形側辺間の間隔は、外形側辺のショート部側の端部から他端側に向かうに従って広がっている構成を備えることによって、給電放射電極と無給電放射電極間の電磁結合状態を制御し易くなるという効果を得ることができる。つまり、給電放射電極と、無給電放射電極とは良好な複共振状態を作り出すことができる電磁結合状態であることが望ましい。これに対して、アンテナ構造の小型化を図るべく、給電放射電極と無給電放射電極との間の間隔を狭くすると、給電放射電極と無給電放射電極の電磁結合が強すぎて給電放射電極と無給電放射電極が相互干渉を引き起こして良好な複共振状態を作り出すことができないという問題が発生する。そこで、給電放射電極と、無給電放射電極とのそれぞれの電界が強い部分（つまり、ショート部から離れた部分）の間隔を広げる。これにより、給電放射電極と無給電放射電極間の強すぎる電磁結合を緩和できるので、アンテナ構造を大型化することなく、給電放射電極と、無給電放射電極との電磁結合状態を良好な複共振状態を得ることができる望ましい状態とすることが容易となる。

[0022] 給電放射電極と無給電放射電極は、長方形の基板（例えば回路基板）の短辺側端部に、ショート部を基板短辺部に接続させて設けられている構成を備えることによって、給電放射電極や無給電放射電極から回路基板に引き寄せられる電波を抑制することができて、アンテナ構造から外部に電波が放射され易くなるので、アンテナ構造のアンテナ利得の向上を図ることができる。

[0023] 給電放射電極と、無給電放射電極とのうちの少なくとも一方側は複数設けられている構成を備えることによって、アンテナ構造が無線通信を行うことができる共振周波数帯の数を増加させることが容易となる。

[0024] このような本発明において特有な構成を持つアンテナ構造を備えた通信機にあっ

ては、大型化を招くことなく、複数の共振周波数帯での感度の良い無線通信が可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0025] [図1a]第1実施例のアンテナ構造を説明するための図である。

[図1b]基板における図1aの給電放射電極および無給電放射電極の配設形態例を説明するための図である。

[図1c]第1実施例のアンテナ構造のリターンロス特性の一例を表したグラフである。

[図2]放射電極の電流分布と電圧分布の一例を説明するための図である。

[図3]特許文献1に記載のアンテナ構造の一つを示したモデル図である。

[図4a]給電放射電極に設ける副スリットのその他の形態例を説明するための図である。

[図4b]給電放射電極に設ける副スリットの別のその他の形態例を説明するための図である。

[図5]第2実施例のアンテナ構造を説明するためのモデル図である。

[図6]第3実施例のアンテナ構造を説明するためのモデル図である。

[図7a]第4実施例のアンテナ構造を説明するための図である。

[図7b]第4実施例のアンテナ構造のリターンロス特性の一例を表したグラフである。

[図8a]第5実施例の特有な構成を持つアンテナ構造の一形態例を説明するためのモデル図である。

[図8b]第5実施例の特有な構成を持つアンテナ構造の別の形態例を説明するためのモデル図である。

[図8c]第5実施例の特有な構成を持つアンテナ構造のさらに別の形態例を説明するためのモデル図である。

[図9]その他の実施例を説明するための図である。

[図10]無給電放射電極にオープンスタブ形成用の副スリットを形成した場合の一形態例を示したモデル図である。

[図11a]アンテナ構造の一形態例を説明するための図である。

[図11b]図11aのアンテナ構造のリターンロス特性の一例を示したグラフである。

[図12]給電放射電極にスパイラル状(渦巻き状)の主スリットを形成した場合の構成例を示すモデル図である。

#### 符号の説明

- [0026]    1 アンテナ構造  
          2 給電放射電極  
          3 無給電放射電極  
          4 主スリット  
         10 副スリット  
         12 オープンスタブ  
         15 誘電体基体

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0027]    以下に、この発明に係る実施例を図面に基づいて説明する。
- [0028]    図1aには第1実施例のアンテナ構造が模式的な斜視図により示されている。なお、この第1実施例の説明では、図11aに示すアンテナ構造と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。
- [0029]    この第1実施例のアンテナ構造1は、給電放射電極2と、無給電放射電極3とを有して構成されており、例えば図1cの実線に示されるリターンロス特性のように、給電放射電極2の基本共振周波数 $F_1$ に基づいた給電側の基本共振周波数帯と、高次共振周波数 $F_2$ に基づいた給電側の高次共振周波数帯と、無給電放射電極3の基本共振周波数 $f_1$ に基づいた無給電側の基本共振周波数帯と、高次共振周波数 $f_2$ に基づいた無給電側の高次共振周波数帯との4つの共振周波数帯での無線通信が可能となっている。
- [0030]    また、この第1実施例では、図1bに示されるように、給電放射電極2と無給電放射電極3は、例えば無線通信機の回路基板(長形状の基板)9の短辺側端部に、ショート部 $G_q$ 、 $G_m$ を隣接配置させ当該ショート部 $G_q$ 、 $G_m$ を基板短辺部に接続させて設けられる。
- [0031]    この第1実施例では、給電放射電極2には略コ字形状の主スリット4が形成されて、給電放射電極2はUターン部Tを備えた折り返し形状の放射電極となっている。この



給電放射電極2には、その主スリット4とは別に副スリット10が形成されている。

- [0032] 副スリット10は、主スリット4によって分離された主スリット両側部側の給電放射電極端縁部（つまり、給電端部Qと開放端部K）のうちの開放端部K側の電極端縁から切り込んで給電放射電極2の外形側辺<sub>SL</sub>に沿って給電放射電極2のUターン部Tに向かう方向に伸長形成された形状と成している。この副スリット10によって、Uターン部Tに静電容量を付与するオープンスタブ12が形成されている。
- [0033] このオープンスタブ12の形成によって、給電放射電極2のUターン部Tには局所的に、オープンスタブ12の静電容量(C)と、Uターン部Tのインダクタンス成分(L)とによる等価的なLC共振回路（タンク回路）が形成された状態となる。
- [0034] ところで、図2には給電放射電極2における電流分布と電圧分布の一例が、基本共振周波数F1（基本波）の場合と、高次共振周波数F2（高次波（3倍波））の場合とで分けて図示されている。この図2からも分かるように、給電放射電極2のUターン部Tは、高次波の最大電流分布領域と成し、基本波の最大電流分布領域ではないために、オープンスタブ12によるLC共振回路は、高次共振周波数F2に大きく関与し、基本共振周波数F1に与える影響は小さい。これにより、オープンスタブ12がUターン部Tに付与する静電容量を可変することによって、給電放射電極2の基本共振周波数F1を殆ど変動させることなく、高次共振周波数F2を可変制御することができる。
- [0035] 例えば、副スリット10のスリット長を長くしてオープンスタブ12の静電容量を大きくした場合には、給電側の高次共振周波数F2を、図1cの波線 $\alpha$ に示されるような高次共振周波数F2'に下げることができる。しかも、他の共振周波数帯の共振状態（例えば、共振周波数や、Q値や、共振の位相）や、インピーダンス整合状態や、給電放射電極2と無給電放射電極3の電磁結合状態が、高次共振周波数F2の可変制御によって変動することを抑制できる。
- [0036] ところで、特許文献1には、図3のモデル図に示されるような放射電極20に2本のスリット21a、21bが形成されている例が記載されている。なお、図3中の符号22は、放射電極20をグランドに接地させるための接地導体板を示し、符号23は、放射電極20と、高周波回路24とを接続させるための給電ピンを示し、符号25はグランド板を示している。

- [0037] この特許文献1では、放射電極20にスリット21a, 21bを形成することによって、放射電極20を複数に分割して、放射電極20に複数の共振を行わせる構成となっている。換言すれば、特許文献1の構成では、複数の放射電極部20A, 20B, 20Cが共通の給電ピン23(高周波回路24)に接続されている状態と等価になっている。つまり、スリット21a, 21bは、複数の放射電極部20A, 20B, 20Cを形成して放射電極20に複数の共振を行わせるためのものである。
- [0038] これに対して、この第1実施例の構成では、給電放射電極2の主スリット4は、給電放射電極2の基本共振周波数F1および高次共振周波数F2を制御するためのものであり、副スリット10は、給電放射電極2のUターン部Tに静電容量を付与するオープンスタブ12を形成するためのものである。このように、第1実施例に示した主スリット4および副スリット10は、特許文献1に記載されている放射電極20のスリット21a, 21bとは、その機能が異なるものである。給電放射電極2に、共振周波数制御用の主スリット4と、オープンスタブ形成用の副スリット10とを設けるという第1実施例において特有な構成は、今までにない画期的な構成である。
- [0039] なお、図1aの例では、副スリット10は直線状となっていたが、副スリット10は、給電放射電極2のUターン部Tに静電容量を付与するオープンスタブ12を形成できる形状であれば、その形状は特に限定されるものではない。例えば、給電放射電極2の高次共振周波数F2を下げるべく副スリット10のスリット長を長くしたい場合には、図4aに示されるように、副スリット10は、開放端部K側の電極端縁から切り込んで給電放射電極2の外形側辺<sub>SL</sub>2 に沿って伸長形成した後にUターン部T側に折れ曲がった形状と成していてもよい。
- [0040] また、図1aや図4aに示す例よりも副スリット10のスリット長を長くしたい場合には、例えば、副スリット10は、図4bのような形状としてもよい。この副スリット10は、主スリット4の電極端縁切り込み側で主スリット4から分岐し、給電放射電極2の外形辺<sub>FR</sub>2 , 2<sub>SL</sub> に沿って伸長形成されたL字形状となっている。
- [0041] 以下に、第2実施例を説明する。なお、この第2実施例の説明において、第1実施例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。
- [0042] この第2実施例では、図5のモデル図に示されるように、給電放射電極2は、副スリッ

ト10の図5の点線で示すような仮想延長線 $\beta$ を折り曲げ線として、オープンスタブ12部分を回路基板9側に向けて折り曲げた形態となっている。

[0043] この第2実施例では、オープンスタブ12は電波放射に関与しない部分であることから、電波放射状態の劣化を気にすることなく、オープンスタブ12部分を折り曲げることができる。このオープンスタブ12部分の折り曲げにより、回路基板9におけるアンテナ構造1(給電放射電極2)の占有面積の減少(つまり、アンテナ構造1の小型化)を図っている。この構成以外の構成は第1実施例と同様であり、第1実施例と同様の効果を得ることができる。

[0044] 以下に、第3実施例を説明する。なお、この第3実施例の説明において、第1や第2の各実施例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

[0045] この第3実施例では、図6に示されるように、隣り合う給電放射電極2と無給電放射電極3との対面する外形側辺 $2_{SR}$ ,  $3_{SL}$ の間隔Dが、外形側辺 $2_{SR}$ ,  $3_{SL}$ のショート部Gq、Gm側から他端側Eに向かうに従って広がっている。

[0046] なお、この構成以外の構成は第1や第2の各実施例と同様である。図6の例では、第1実施例に示した構成に、この第3実施例において特有な構成を適用した場合の形態例が図示されているが、もちろん、第2実施例に示すようなオープンスタブ12部分が折り曲げられた構成を持つアンテナ構造1に、この第3実施例の構成を適用してもよいものである。

[0047] この第3実施例では、第1や第2の各実施例と同様の効果を得ることができると共に、給電放射電極2と無給電放射電極3間の電磁結合状態の制御が容易となって給電放射電極2と無給電放射電極3の良好な複共振状態を得やすいという効果を奏することができる。

[0048] 以下に、第4実施例を説明する。なお、この第4実施例の説明において、第1〜第3の各実施例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

[0049] この第4実施例では、図7aに示されるように、給電放射電極2と無給電放射電極3に加えて、無給電放射電極14が設けられている。この無給電放射電極14は無給電

放射電極3を介して給電放射電極2と電磁結合するものであり、グランド接地用のショート部G<sub>n</sub>を備えている。給電放射電極2と無給電放射電極3と無給電放射電極14は、それらショート部G<sub>q</sub>, G<sub>m</sub>, G<sub>n</sub>の位置を揃えて、1列に配列配置されている。

- [0050] この第4実施例のアンテナ構造1では、図7bのリターンロス特性に示されるように、給電放射電極2と無給電放射電極3に基づいた4つの共振周波数帯に加えて、無給電放射電極14の共振周波数f<sub>a</sub>に基づいた別の共振周波数帯を有することが可能となる。
- [0051] なお、この第4実施例では、無給電放射電極14に関わる構成以外の構成は、第1〜第3の各実施例と同様である。図7aの例では、給電放射電極2と無給電放射電極3は第1実施例に示した構成を備えていたが、給電放射電極2と無給電放射電極3は、第2や第3の各実施例に示した構成を有していてもよいものである。
- [0052] 以下に、第5実施例を説明する。なお、この第5実施例では、第1〜第4の各実施例に示した構成と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。
- [0053] この第5実施例では、図8a、図8b、図8cに示されるように第1〜第3の各実施例に示したような給電放射電極2と無給電放射電極3や、第4実施例に示したような無給電放射電極14が、例えば誘電体セラミックスや複合誘電体材料により構成される誘電体基体15に設けられている。この構成以外の構成は、第1〜第4の各実施例の構成と同様である。
- [0054] この第5実施例では、給電放射電極2と無給電放射電極3、14を誘電体基体15に設けることにより、誘電体の波長短縮効果によって、給電放射電極2と無給電放射電極3と無給電放射電極14のそれぞれの電気的な長さを長くすることができる。これにより、それら放射電極2、3、14の小型化を図ることができる。つまり、アンテナ構造1の小型化を図ることが容易となる。
- [0055] 以下に、第6実施例を説明する。この第6実施例は通信機に関するものである。この第6実施例の通信機には、第1〜第5の実施例に示したアンテナ構造1が設けられていることを特徴としている。なお、そのアンテナ構造1の説明は前述したので、その重複説明は省略する。また、アンテナ構造1以外の通信機構成には様々な構成があり

、何れの構成をも採用してよく、ここでは、その説明は省略する。

- [0056] なお、この発明は第1ー第6の各実施例の形態に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得るものである。例えば、第5実施例では、給電放射電極2と無給電放射電極3, 14は第1ー第4の各実施例と同様に導体板により構成されていたが、例えば、誘電体基体15の外表面にスパッタや蒸着や印刷等の成膜形成技術により作製された導体膜によって給電放射電極2と無給電放射電極3, 14を構成してもよいものである。
- [0057] また、図1cや図7bのリターンロス特性では、給電放射電極2の基本共振周波数帯と、無給電放射電極3の基本共振周波数帯とが複共振状態を作り出し、それら基本共振周波数帯の広帯域化が図られている例が示されているが、例えば、給電放射電極2と無給電放射電極3の各基本共振周波数帯がそれぞれ単独でも満足に無線通信を行うことができる帯域幅を有している場合には、給電放射電極2の基本共振周波数帯と、無給電放射電極3の基本共振周波数帯とを複共振させるのではなく、例えば図9のリターンロス特性に示されるように、それぞれ独立させる構成としてもよい。
- [0058] さらに、第4実施例では、給電放射電極2と無給電放射電極3に加えて、無給電放射電極14が1つ設けられている例を示したが、給電放射電極2と無給電放射電極3に加えて、2つ以上の無給電放射電極を設ける構成としてもよいし、また、給電放射電極2と無給電放射電極3に加えて、無給電放射電極ではなく、1つ以上の給電放射電極を設ける構成としてもよいし、さらに、第1ー第5の実施例に示した給電放射電極2と無給電放射電極3を含む複数ずつの給電放射電極と無給電放射電極を設ける構成としてもよい。このように、3つ以上の放射電極を設ける場合には、それら放射電極は、ショート部を同じ側にして1列に配列配置される。
- [0059] さらに、第1ー第6の各実施例では、給電放射電極2に副スリット10を設けてオープンスタブ12を形成する構成を示したが、例えば図10のモデル図に示されるように、給電放射電極2だけでなく、無給電放射電極3にも、第1ー第5の各実施例に示した給電放射電極2の副スリット10と同様の、オープンスタブ形成用の副スリット17を設けて無給電放射電極3のUターン部に静電容量を付与するオープンスタブ16を設ける構成としてもよい。

[0060] この場合には、給電放射電極2の高次共振周波数 $F_2$ だけでなく、無給電放射電極3の高次共振周波数 $f_2$ の可変制御をも容易となる。なお、図10では、第1実施例に示したアンテナ構造1の無給電放射電極3にオープンスタブ形成用の副スリット17を形成した構成例が図示されているが、もちろん、第2〜第5の各実施例のアンテナ構造1の無給電放射電極3にもオープンスタブ形成用の副スリット17を設けてもよい。さらに、無給電放射電極3は、副スリット17の仮想延長線を折り曲げ線としてオープンスタブ16部分を折り曲げた形態としてもよい。

#### 産業上の利用可能性

[0061] 本発明は、要求される複数の周波数帯での無線通信をそれぞれ良好に行わせることが容易となる構成であるので、例えば複数の無線通信システムに共通に使用されるアンテナ構造および通信機に有効である。

## 請求の範囲

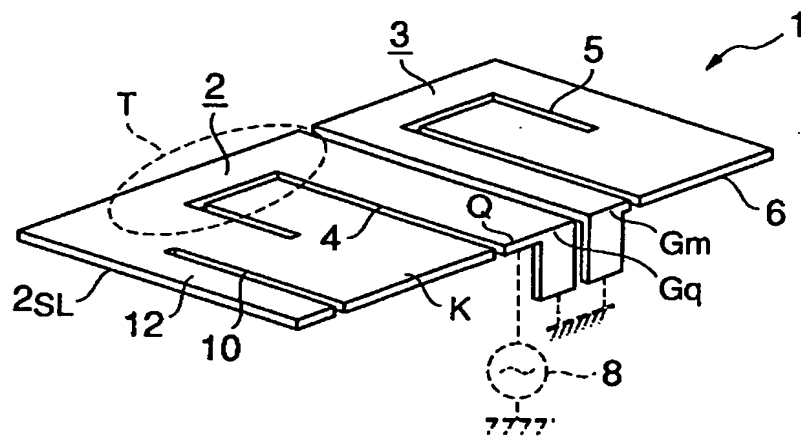
- [1] 一端側を給電端部とし他端側を開放端部として複数の共振周波数帯でアンテナ動作を行う給電放射電極と、この給電放射電極に電磁結合し複数の共振周波数帯でアンテナ動作を行う無給電放射電極とを有し、給電放射電極が持つ複数の共振周波数帯のうちの最も低い基本共振周波数帯と、それよりも高い高次共振周波数帯と、無給電放射電極における最も低い基本共振周波数帯と、それよりも高い高次共振周波数帯との少なくとも4つの共振周波数帯での無線通信が可能なアンテナ構造であって、給電放射電極には、その電極端縁から切り込み形成された主スリットが設けられ、この主スリットにより分離された主スリット両側部側の給電放射電極端縁部分の一方側が給電端部と成し、他方側が開放端部と成しており、給電放射電極は、給電端部から主スリットを迂回しながら開放端部に向かう経路の途中にUターン部を備えた折り返し形状の放射電極と成しており、この給電放射電極には、Uターン部に接続してUターン部に静電容量を付与するオープンスタブを形成するための副スリットが主スリットとは別に設けられていることを特徴とするアンテナ構造。
- [2] 主スリットは、コ字形状部分を1つ有する折れ曲がり形状と成していることを特徴とする請求項1記載のアンテナ構造。
- [3] 給電放射電極は、副スリットの仮想延長線を折り曲げ線として折り曲げられた形態と成していることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のアンテナ構造。
- [4] 給電放射電極および無給電放射電極は誘電体基体に設けられていることを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3記載のアンテナ構造。
- [5] 給電放射電極の給電端部側の端縁部と、それに間隔を介して隣り合う無給電放射電極の端縁部とは、それぞれ、グランド接地用のショート部と成している構成を備え、隣り合う給電放射電極と無給電放射電極との対面する外形側辺間の間隔は、外形側辺のショート部側の端部から他端部に向かうに従って広がっていることを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1つに記載のアンテナ構造。
- [6] 給電放射電極の給電端部側の端縁部と、それに間隔を介して隣り合う無給電放射電極の端縁部とは、それぞれ、グランド接地用のショート部と成している構成を備え、給電放射電極および無給電放射電極は、長方形の基板の短辺側端部に、ショー

ト部を基板短辺部に接続させて設けられることを特徴とする請求項1乃至請求項5の何れか1つに記載のアンテナ構造。

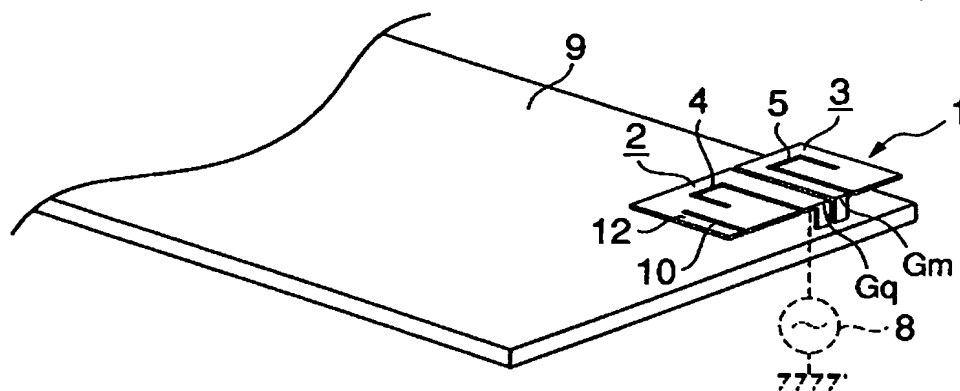
- [7] 給電放射電極と無給電放射電極のうちの少なくとも一方側は複数設けられており、これら給電放射電極と無給電放射電極の複数の放射電極は、ショート部を同じ側にして一列に配列配置されていることを特徴とする請求項5又は請求項6記載のアンテナ構造。
- [8] 請求項1乃至請求項7の何れか1つに記載のアンテナ構造が設けられていることを特徴とする通信機。



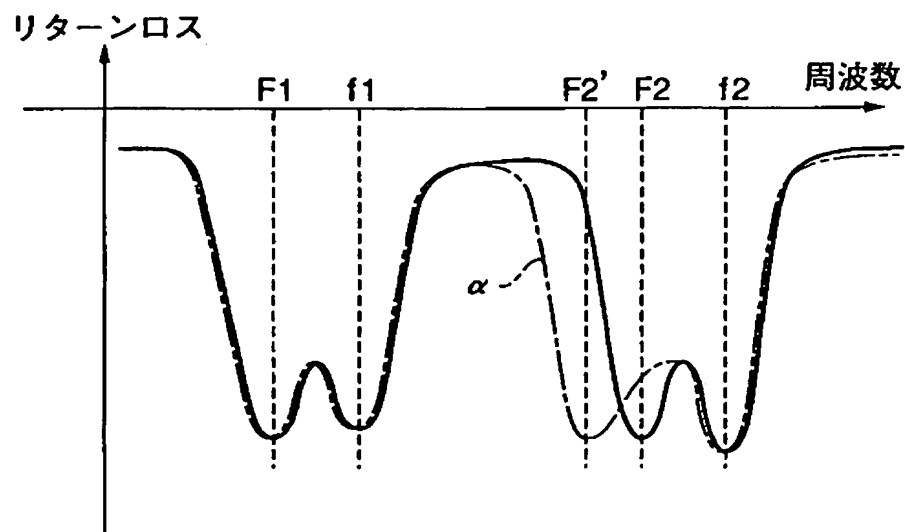
[図1a]



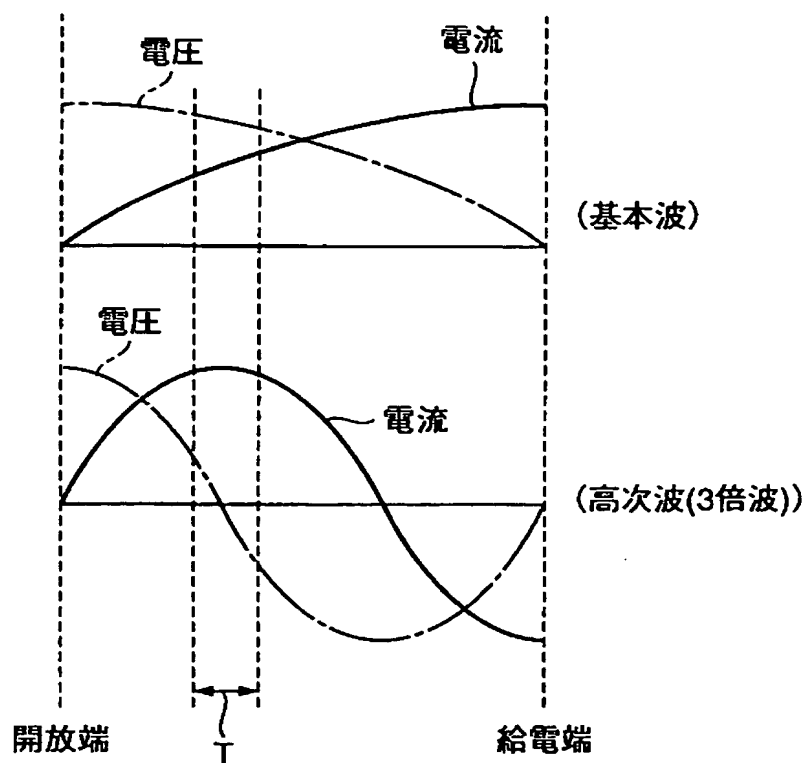
[図1b]



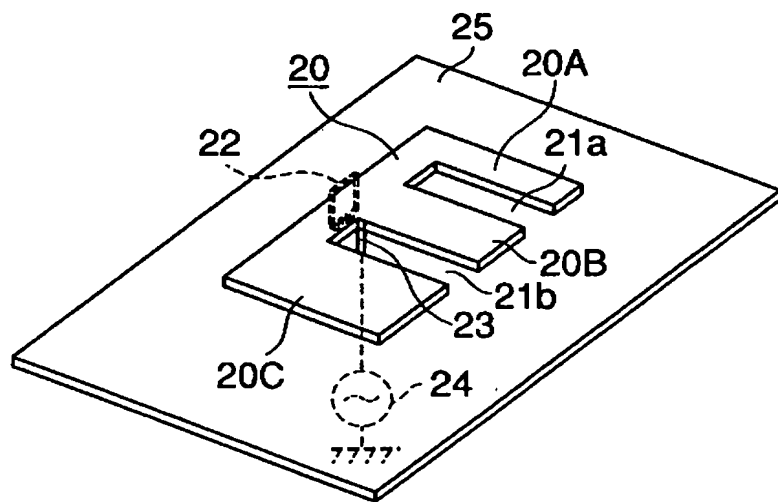
[図1c]



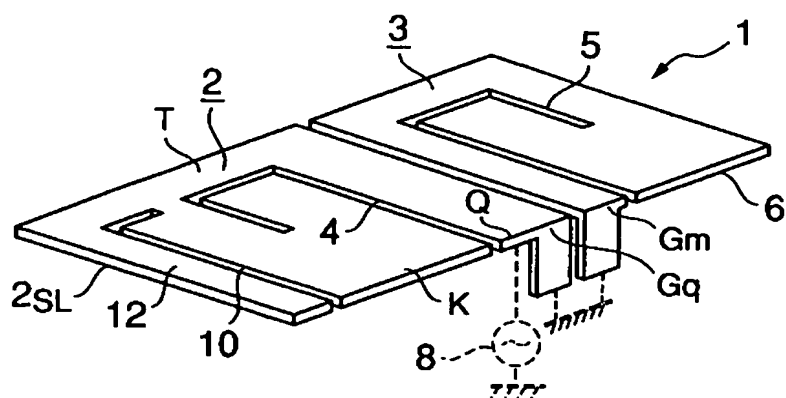
[図2]



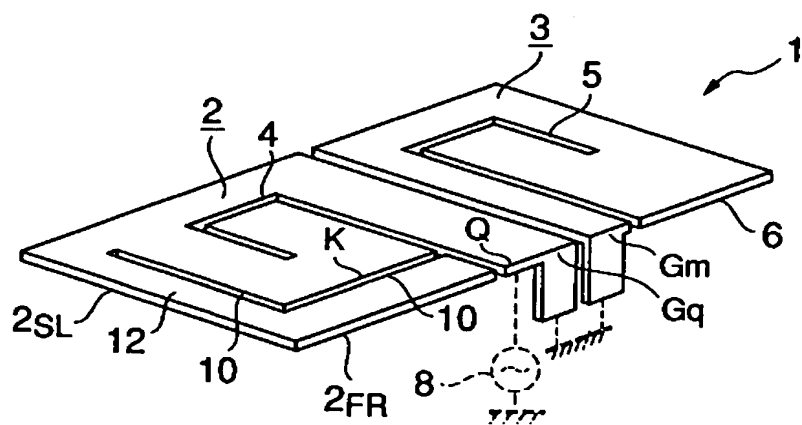
[図3]



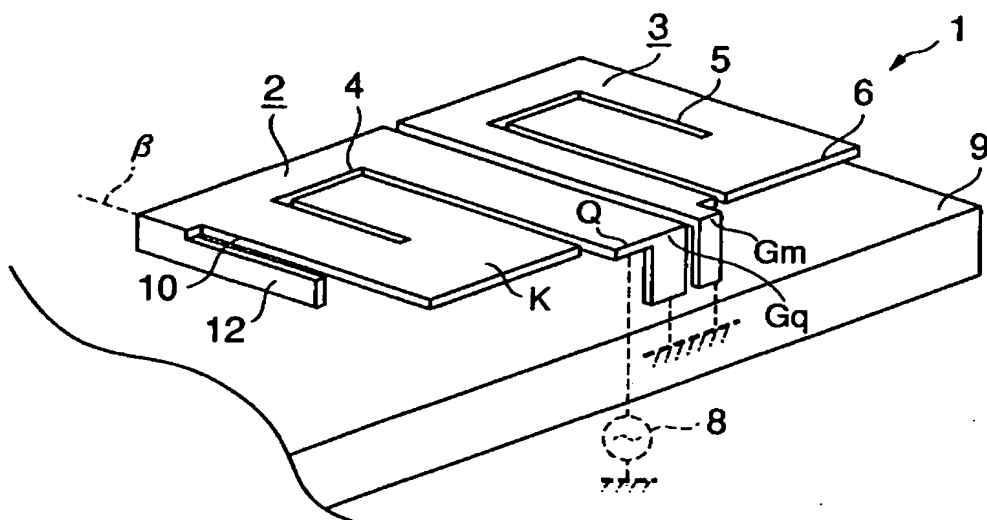
[図4a]



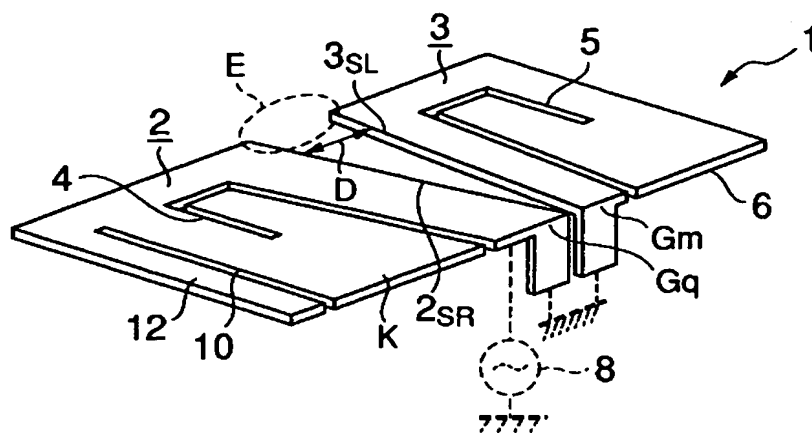
[図4b]



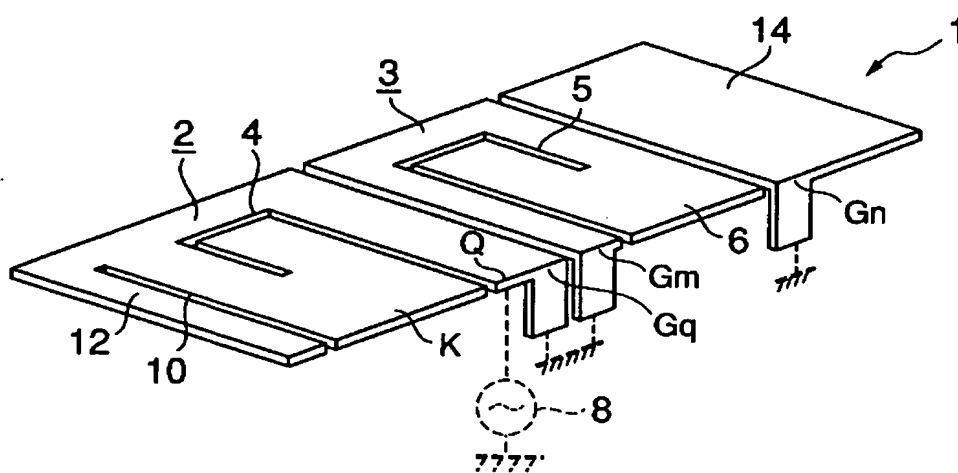
[図5]



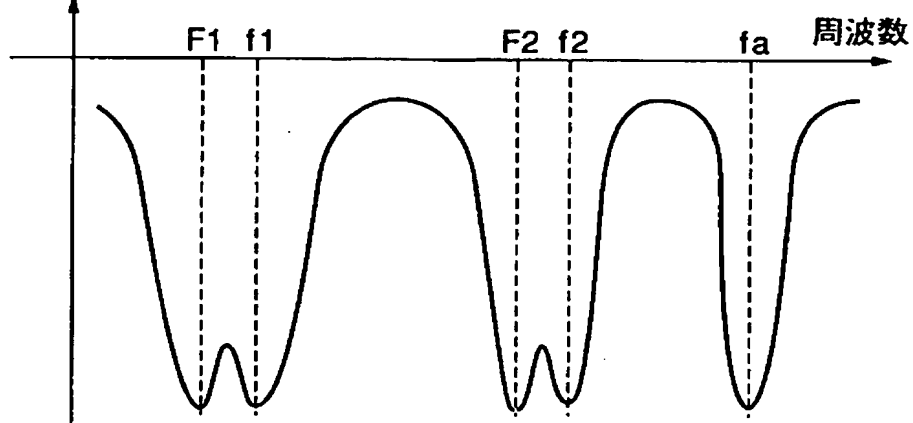
[図6]



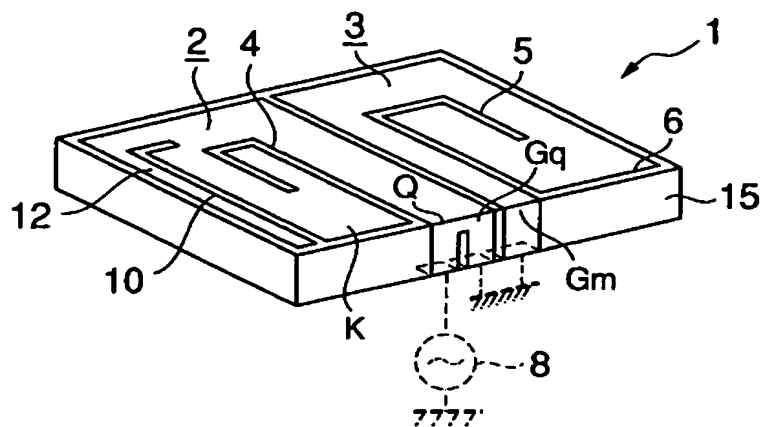
[図7a]



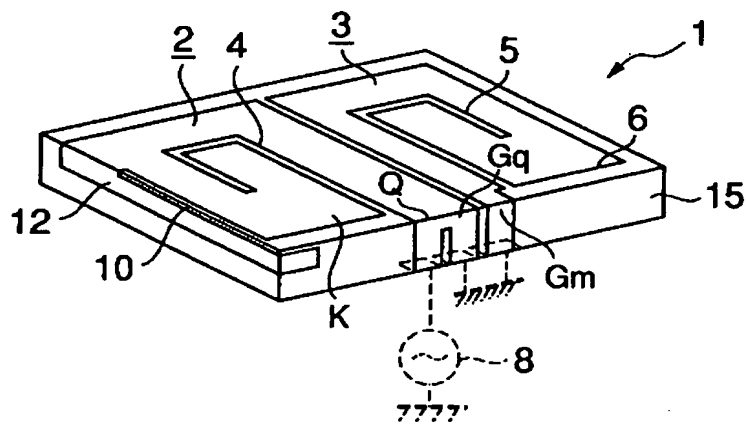
リターンロス



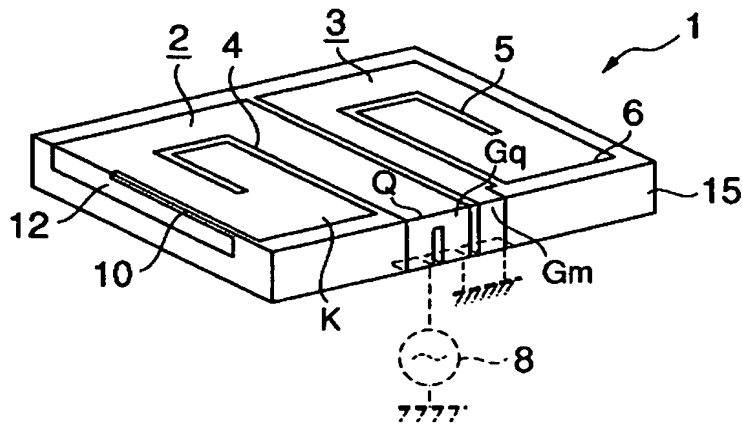
[図8a]



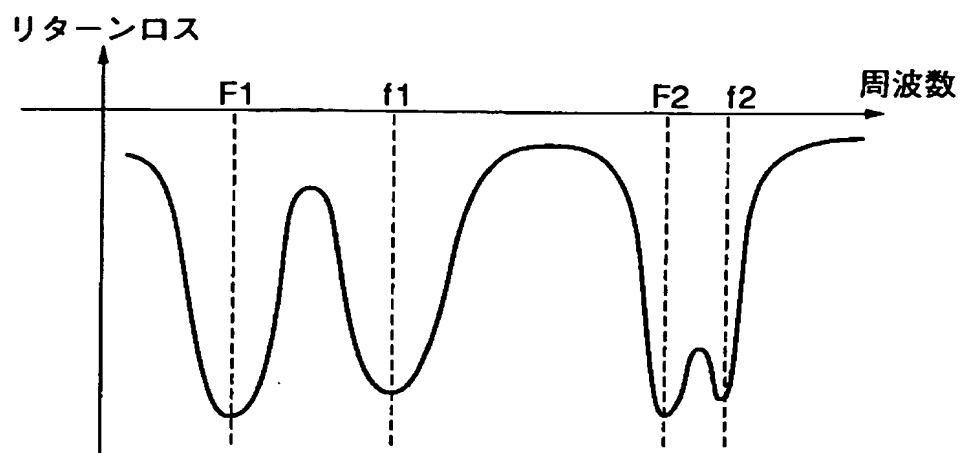
[図8b]



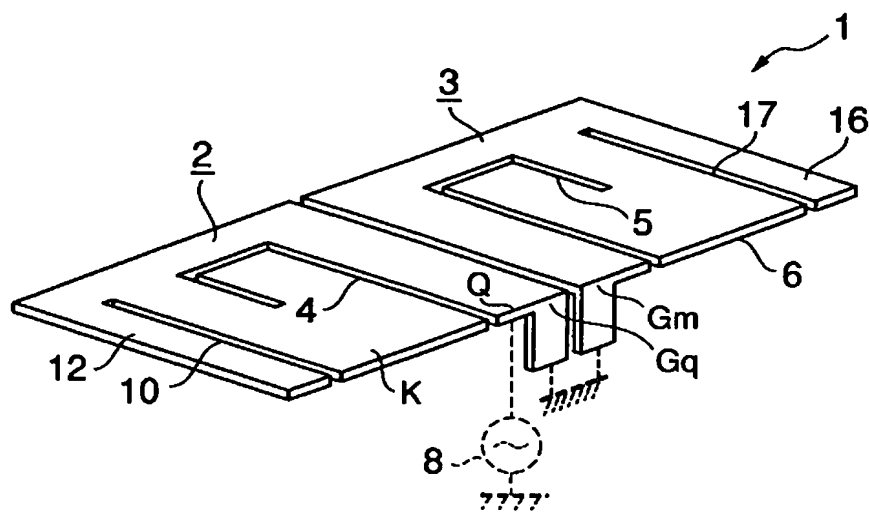
[図8c]



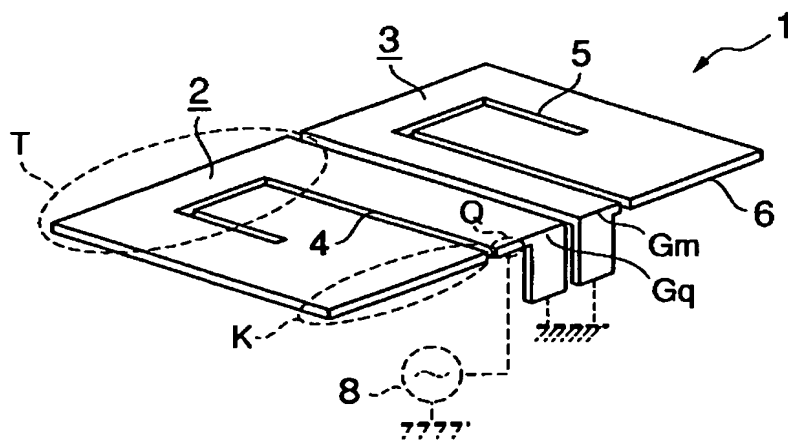
[図9]



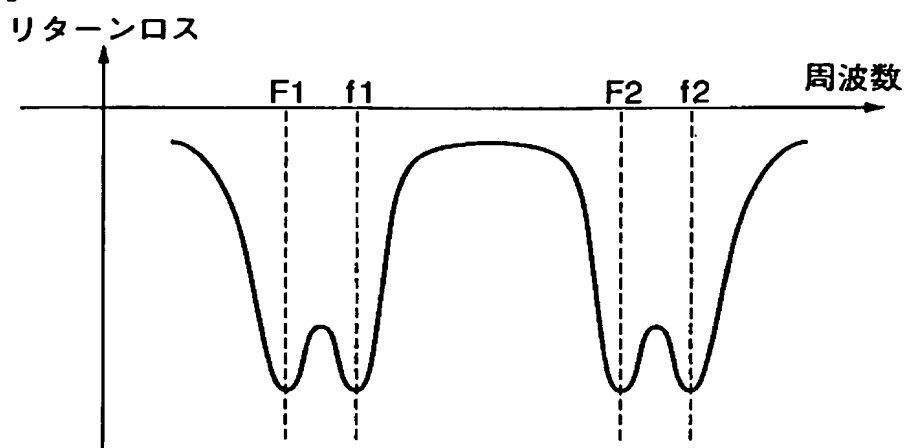
[図10]



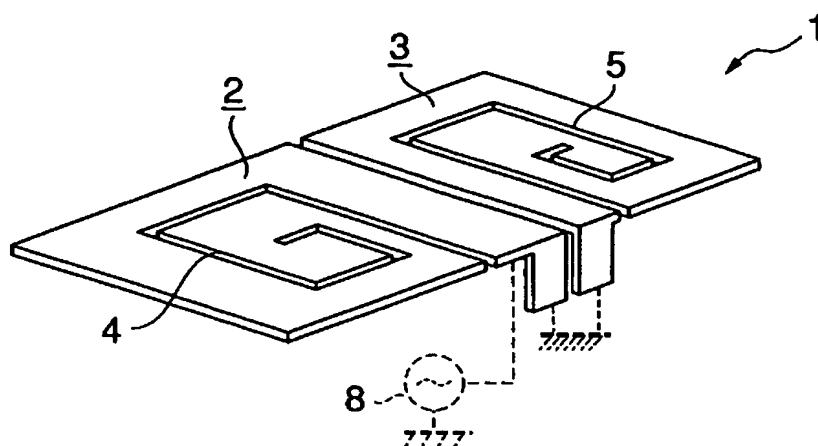
[図11a]



[図11b]



[図12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017788

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01Q13/08, H01Q5/01, H01Q9/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01Q13/08, H01Q5/01, H01Q9/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-217643 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 10 August, 2001 (10.08.01), Full text; all drawings & EP 1122812 A2 & US 6452548 B2	1-8
Y	JP 2003-8326 A (Murata Mfg. Co.; Ltd.), 10 January, 2003 (10.01.03), Full text; all drawings & US 6657593 B2	1-8
Y	WO 2002/75853 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 September, 2002 (26.09.02), Page 10; Fig. 15 & US 2003/160728 A1	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 February, 2005 (15.02.05)Date of mailing of the international search report  
01 March, 2005 (01.03.05)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017788

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2003/7429 A1 (HRL LABORATORIES, LLC), 23 January, 2003 (23.01.03), Page 6; Fig. 2 & US 2003/52834 A1	1-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 77911/1988 (Laid-open No. 812/1990) (Mitsubishi Electric Corp.), 05 January, 1990 (05.01.90), Page 6; Fig. 4 (Family: none)	1-8
A	WO 2001/18909 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 15 March, 2001 (15.03.01), Full text; all drawings & EP 1139490 A1 & US 6501425 B1	1-8
A	WO 1999/3168 A1 (ALLGON AB), 21 January, 1999 (21.01.99), Full text; all drawings & US 6380895 B1 & US 6388626 B1	1-8

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01Q 13/08、H01Q 5/01、H01Q 9/42

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01Q 13/08、H01Q 5/01、H01Q 9/42

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

## 国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-217643 A (株式会社村田製作所) 2001.08.10、全文、全図 & EP 1122812 A2 & US 6452548 B2	1-8
Y	JP 2003-8326 A (株式会社村田製作所) 2003.01.10、全文、全図 & US 6657593 B2	1-8
Y	WO 2002/75853 A1 (松下電器産業株式会社) 2002.09.26、第10頁、第15図 & US 2003/160728 A1	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.02.2005

国際調査報告の発送日

01.3.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

西山 昇

5 T

3 2 4 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 2003/7429 A1 (HRL LABORATORIES, LLC) 2003. 01. 23、第6頁、第2図 & US 2003/52834 A1	1-8
Y	日本国実用新案登録出願63-77911号（日本国実用新案登録出願公開2-812号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム（三菱電機株式会社）1990. 01. 05、第6頁、第4図（ファミリーなし）	1-8
A	WO 2001/18909 A1 (株式会社村田製作所) 2001. 03. 15、全文、全図 & EP 1139490 A1 & US 6501425 B1	1-8
A	WO 1999/3168 A1 (ALLGON AB) 1999. 01. 21、全文、全図 & US 6380895 B1 & US 6388626 B1	1-8